

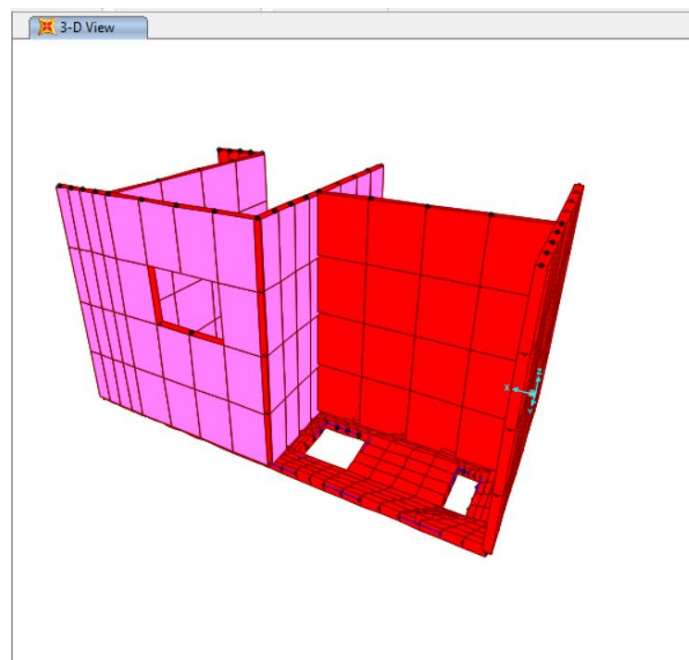
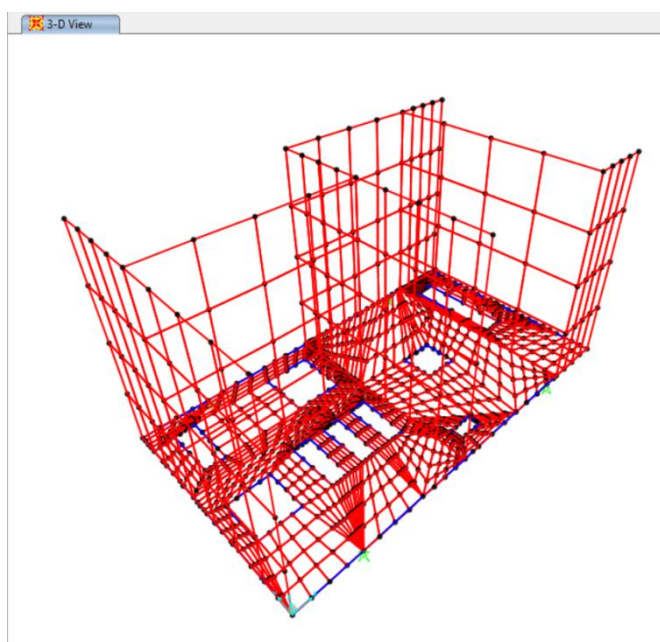


SMART
POWER
GRID

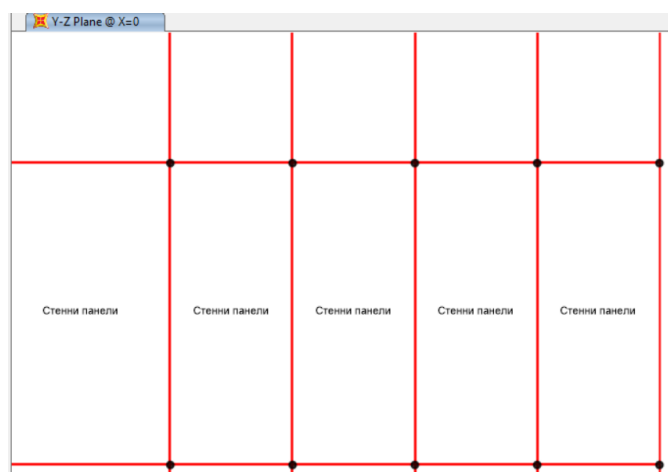
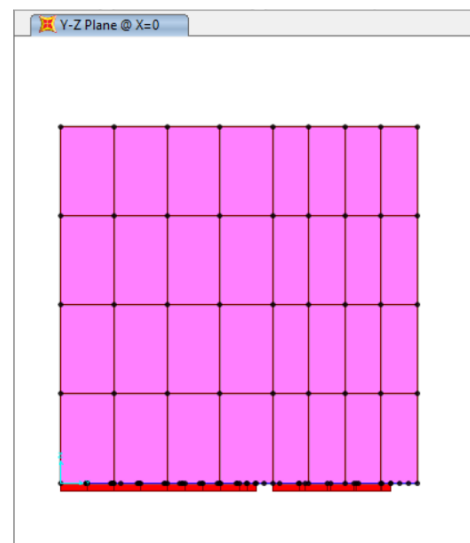
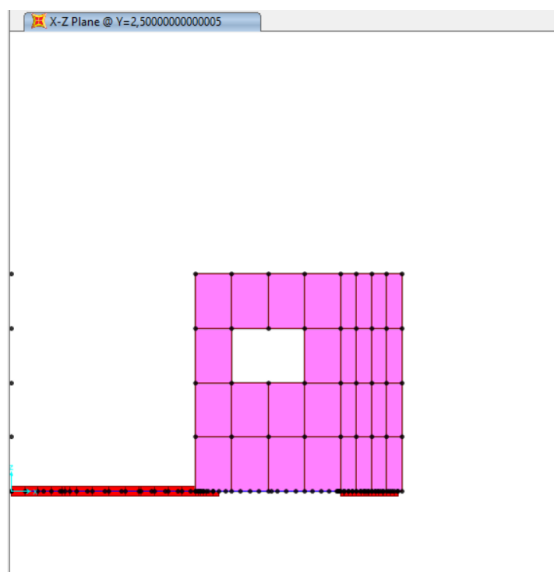
СТАТИЧЕСКИ ИЗЧИСЛЕНИЯ

I. Строително състояние

1. Общи положения – по метод на крайните елементи е моделирано и натоварено основното тяло на БКТП. Проверката има за цел да изясни поведението на тялото при повдигане за монтаж.
2. Статическа схема – създаден е приблизителен модел на конструкцията ставните опори представляват втулките за текелажи.



- Стени



Shell Section Data

Section Name: Стенни панели Display Color: ■

Section Notes: [Modify/Show...](#)

Type:

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

[Modify/Show Layer Definition...](#)

Thickness:

Membrane: 0,08

Bending: 0,08

Material:

Material Name: + C30/37

Material Angle: 0,

Time Dependent Properties:

[Set Time Dependent Properties...](#)

Concrete Shell Section Design Parameters:

[Modify/Show Shell Design Parameters...](#)

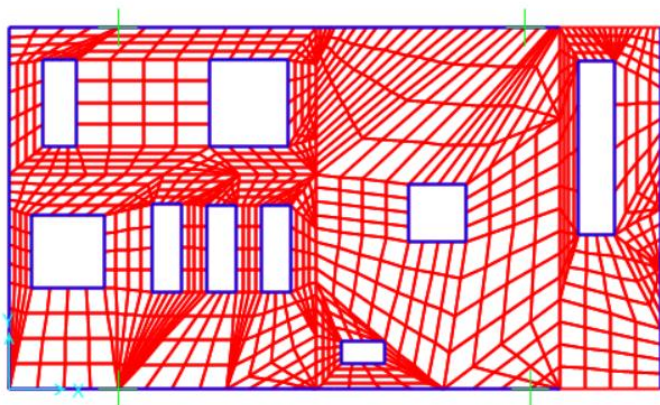
Stiffness Modifiers: [Set Modifiers...](#)

Temp Dependent Properties: [Thermal Properties...](#)

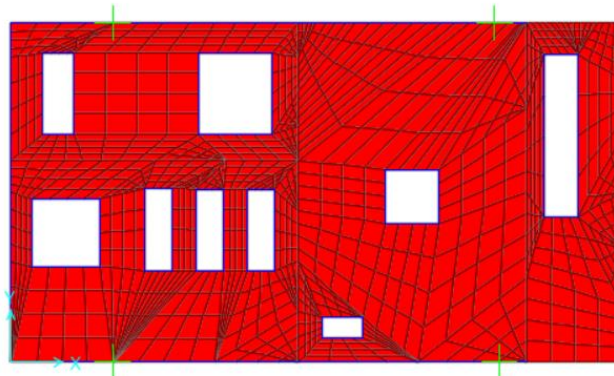
OK Cancel

- Плита

X-Y Plane @ Z=0



X-Y Plane @ Z=0



Material Property Data



General Data

Material Name and Display Color: C30/37

Material Type: Concrete

Material Grade: C30/37

Material Notes:

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 25

Mass per Unit Volume: 2,5493

Units: KN, m, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 33000000

Poisson, U: 0,2

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1,000E-05

Shear Modulus, G: 13750000

Other Properties For Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 30000

Expected Concrete Compressive Strength: 30000

☐ Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

☐ Switch To Advanced Property Display

Shell Section Data



Section Name: Дъно

Section Notes:

Display Color:

Type

☒ Shell - Thin

☐ Shell - Thick

☐ Plate - Thin

☐ Plate Thick

☐ Membrane

☐ Shell - Layered/Nonlinear

Thickness

Membrane: 0,12

Bending: 0,12

Material

Material Name: + C30/37

Material Angle: 0,

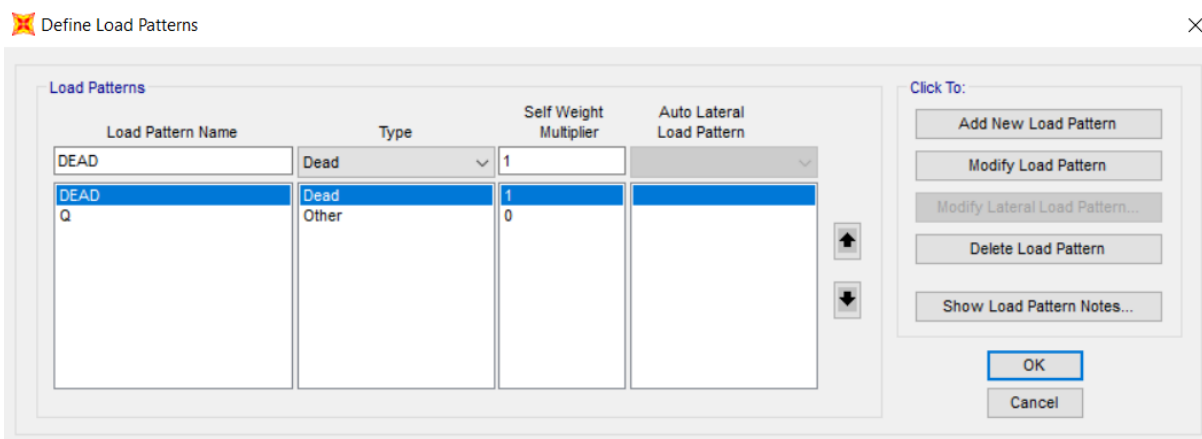
Time Dependent Properties

Concrete Shell Section Design Parameters

Stiffness Modifiers

Temp Dependent Properties

3. Натоварване – предвидено е трафопоста да се повдига докато е празен т.е. натоварването е единствено от собствено тегло

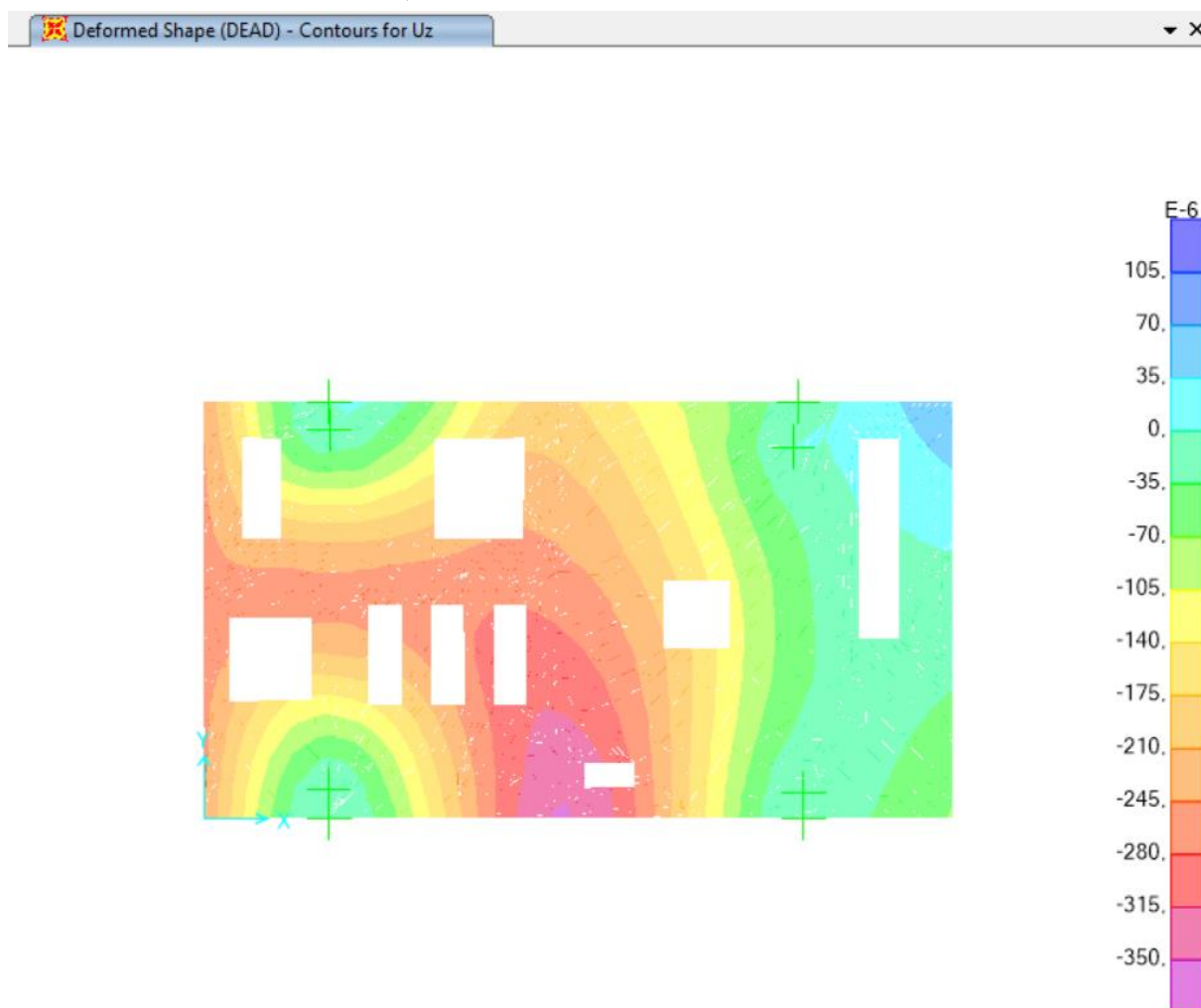


The image shows a software dialog box titled "Define Load Patterns". It contains a table with four columns: "Load Pattern Name", "Type", "Self Weight Multiplier", and "Auto Lateral Load Pattern". The first row has "DEAD" in the name, "Dead" in the type, "1" in the multiplier, and a dropdown arrow. The second row has "DEAD Q" in the name, "Dead Other" in the type, "1" in the multiplier, and "0" in the multiplier column. To the right of the table are buttons for "Add New Load Pattern", "Modify Load Pattern", "Modify Lateral Load Pattern...", "Delete Load Pattern", and "Show Load Pattern Notes...". At the bottom right are "OK" and "Cancel" buttons.

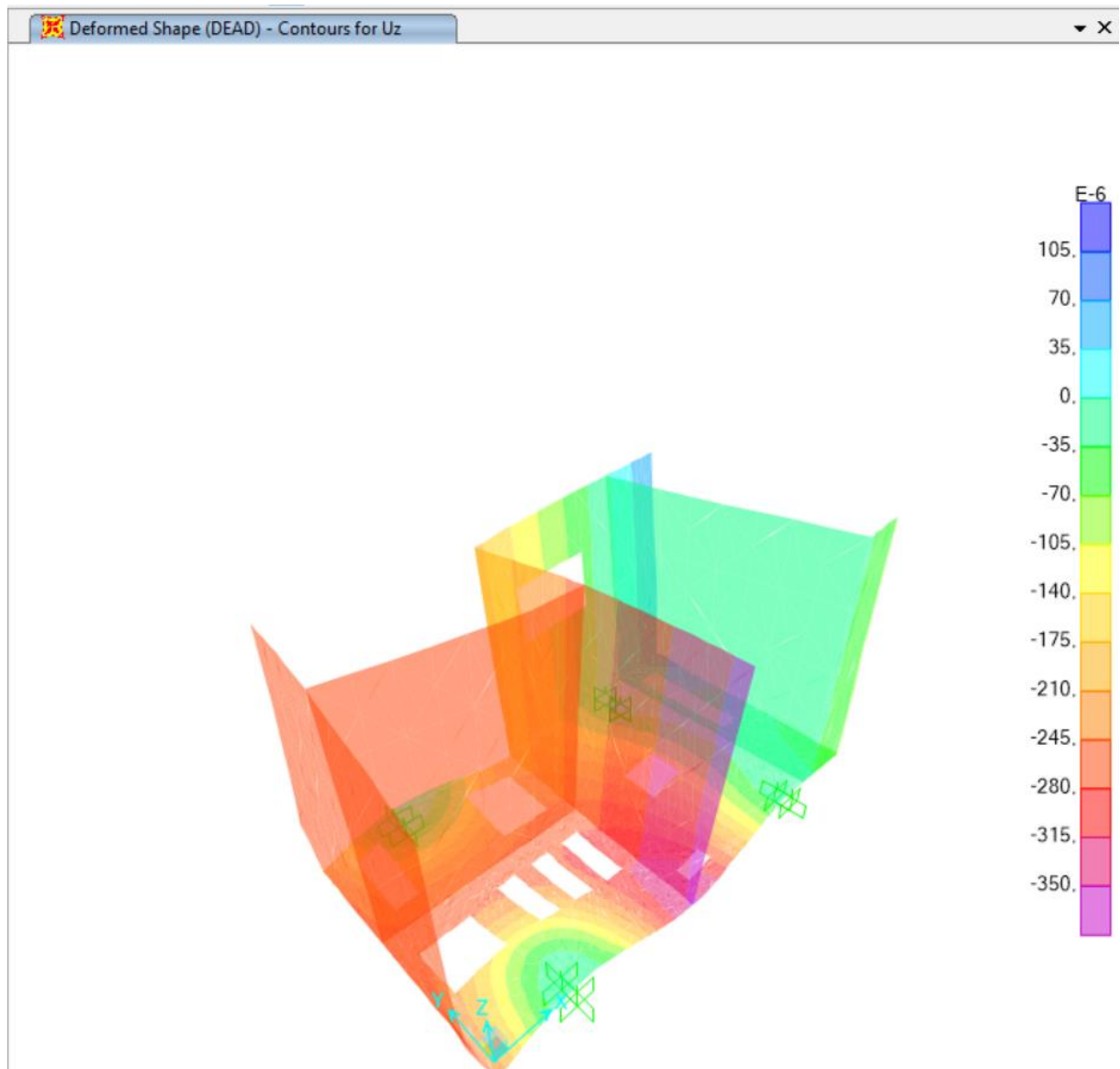
Load Pattern Name	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern
DEAD	Dead	1	
DEAD Q	Dead Other	1	0

4. Статико-динамичен анализ:

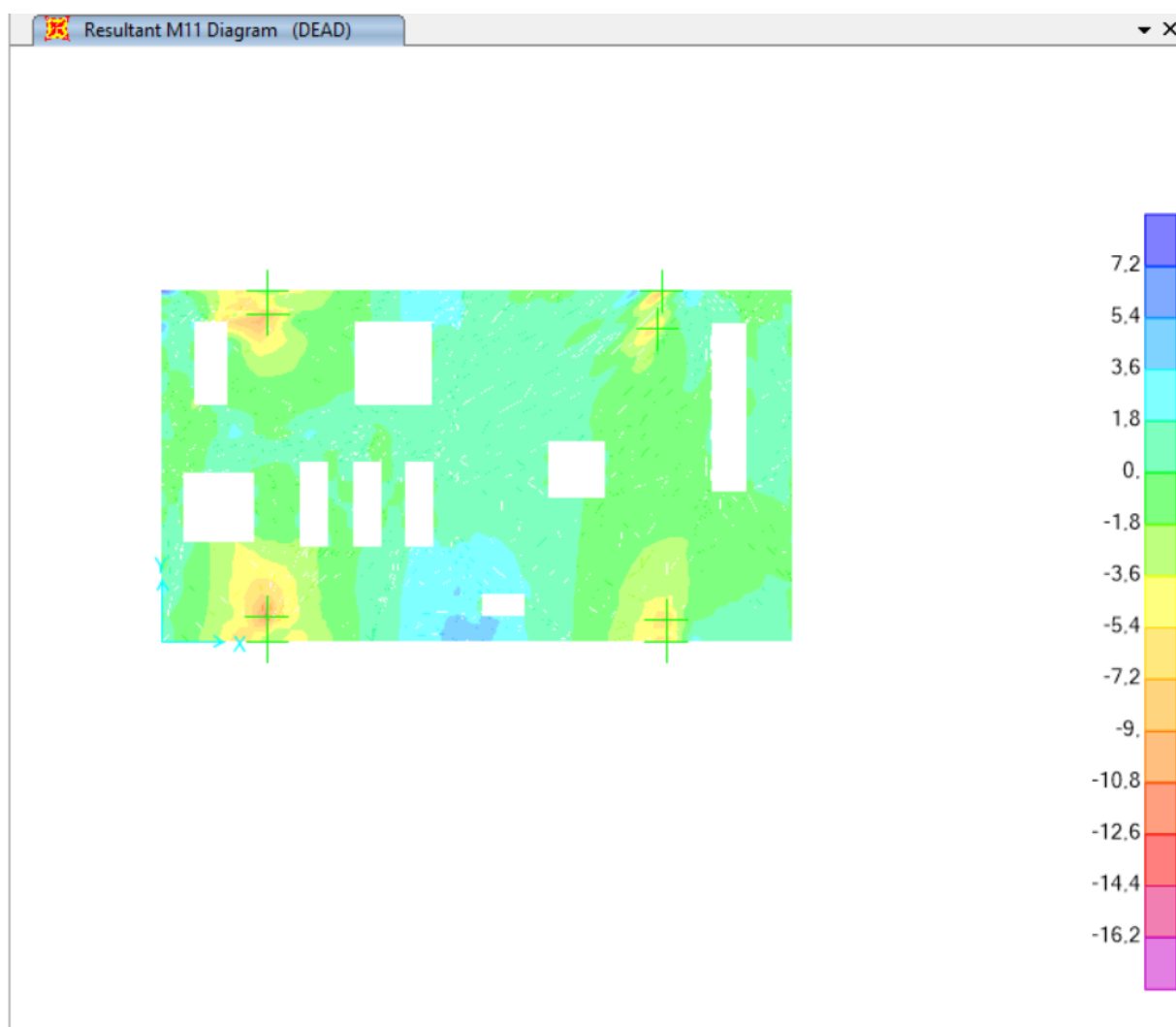
4.1. Деформирана схема при характеристична комбинация - Плоча



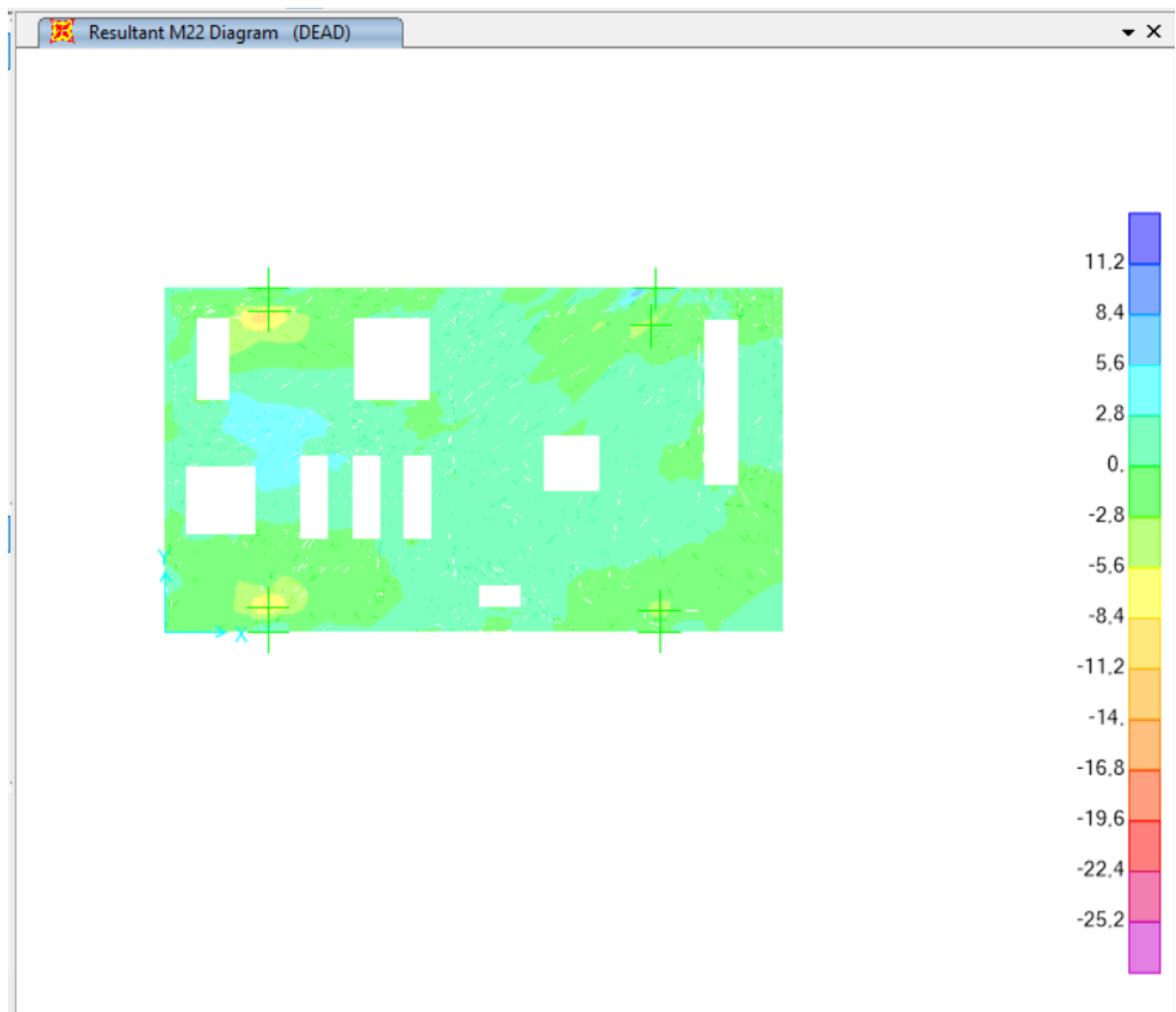
4.2. Деформирана схема при характеристична комбинация – Общо за модела



4.3. Усилия в плочата – по направление x:



- По направление у:



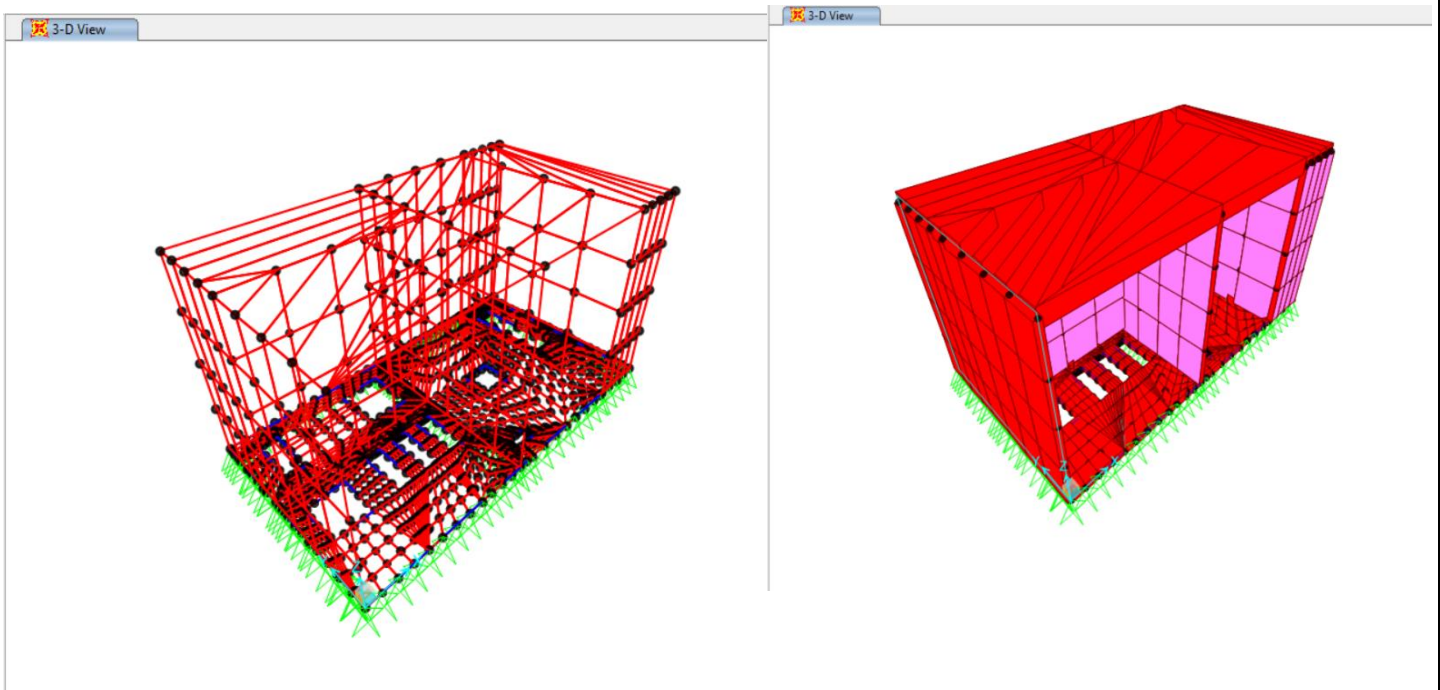
5. Оразмеряване:

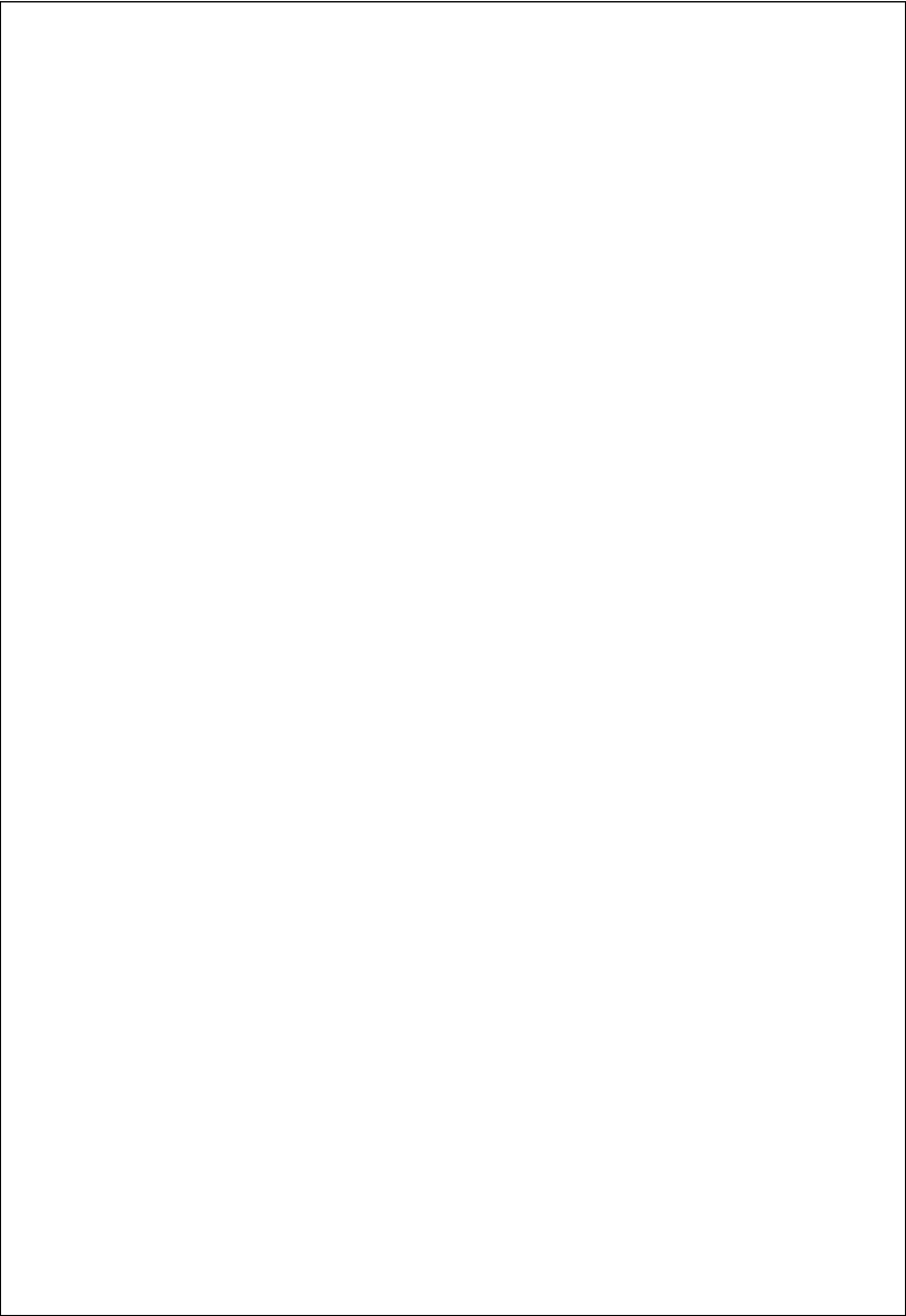
II. Експлоатационно състояние

1. Общи положения - Моделирано е цялото съоръжение.

Целта на този анализ е проверка на надеждността на съоръжението за експлоатирането му в дълъг период от време под влияние на агресивни атмосферни условия.

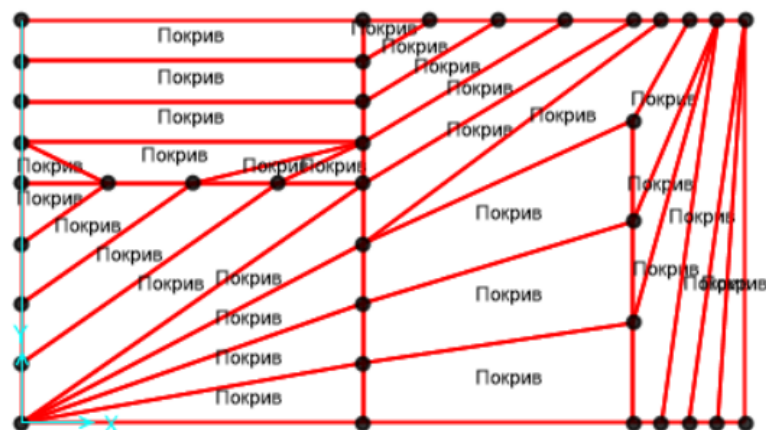
2. Статическа схема – Съоръжението представлява сглобяема многокомпонентна компонентна конструкция. Връзката между отделните сегменти е моделирана корава (заварена по закладни части).





- Покривна плоча

X-Y Plane @ Z=2,5



Shell Section Data

Section Name: Покрив

Section Notes: Modify/Show...

Display Color: [Pink]

Type:

- ☒ Shell - Thin
- ☐ Shell - Thick
- ☐ Plate - Thin
- ☐ Plate Thick
- ☐ Membrane
- ☐ Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Concrete Shell Section Design Parameters

Modify/Show Shell Design Parameters...

Thickness:

Membrane: 0,21

Bending: 0,21

Material:

Material Name: + C30/37

Material Angle: 0,

Time Dependent Properties

Set Time Dependent Properties...

Stiffness Modifiers

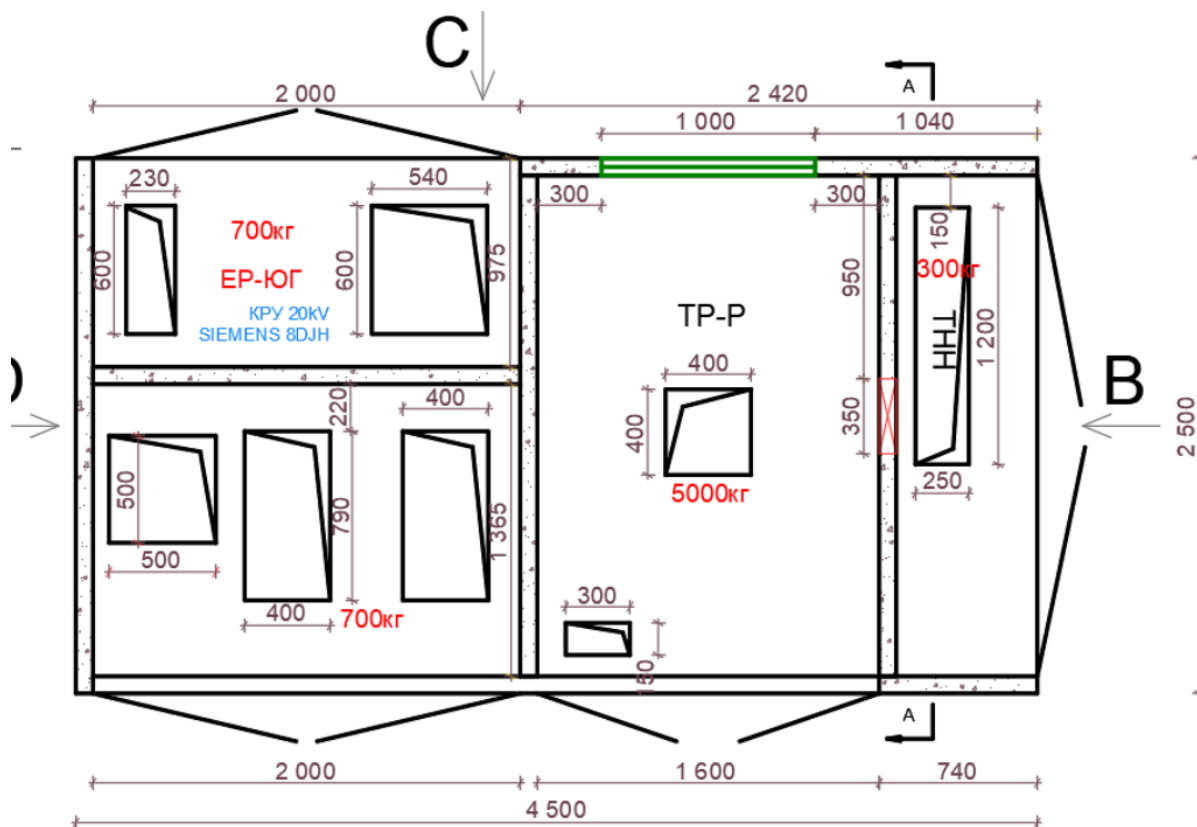
Set Modifiers...

Temp Dependent Properties

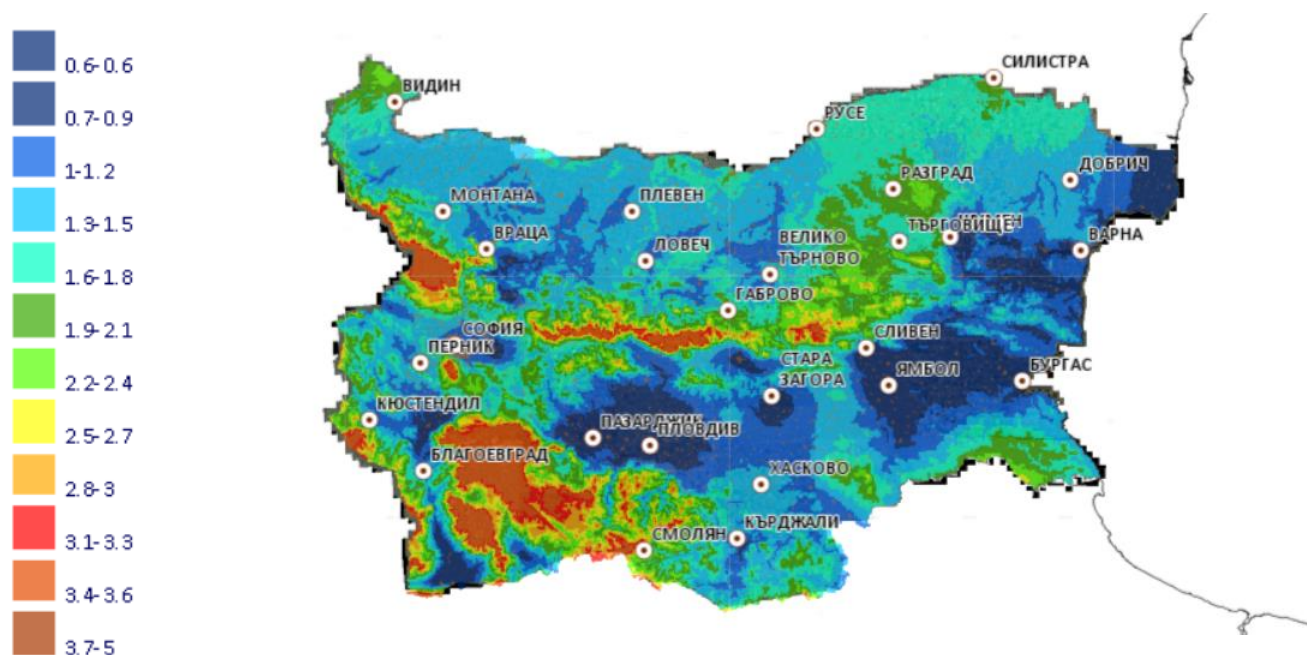
Thermal Properties...

OK Cancel

3. Натоварване – моделът е натоварен съгласно задание от производителя. Товарът е разположен изцяло върху плочата и е приет като равномерно разпределен по цялата и площ със стойност – 700кг/м²



- Натоварване от сняг



3.1. Комбинации:

- Характеристична

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1,
DEAD	Linear Static	1,
Live load	Linear Static	1,
Snow load	Linear Static	1,

- Изчислителна:

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

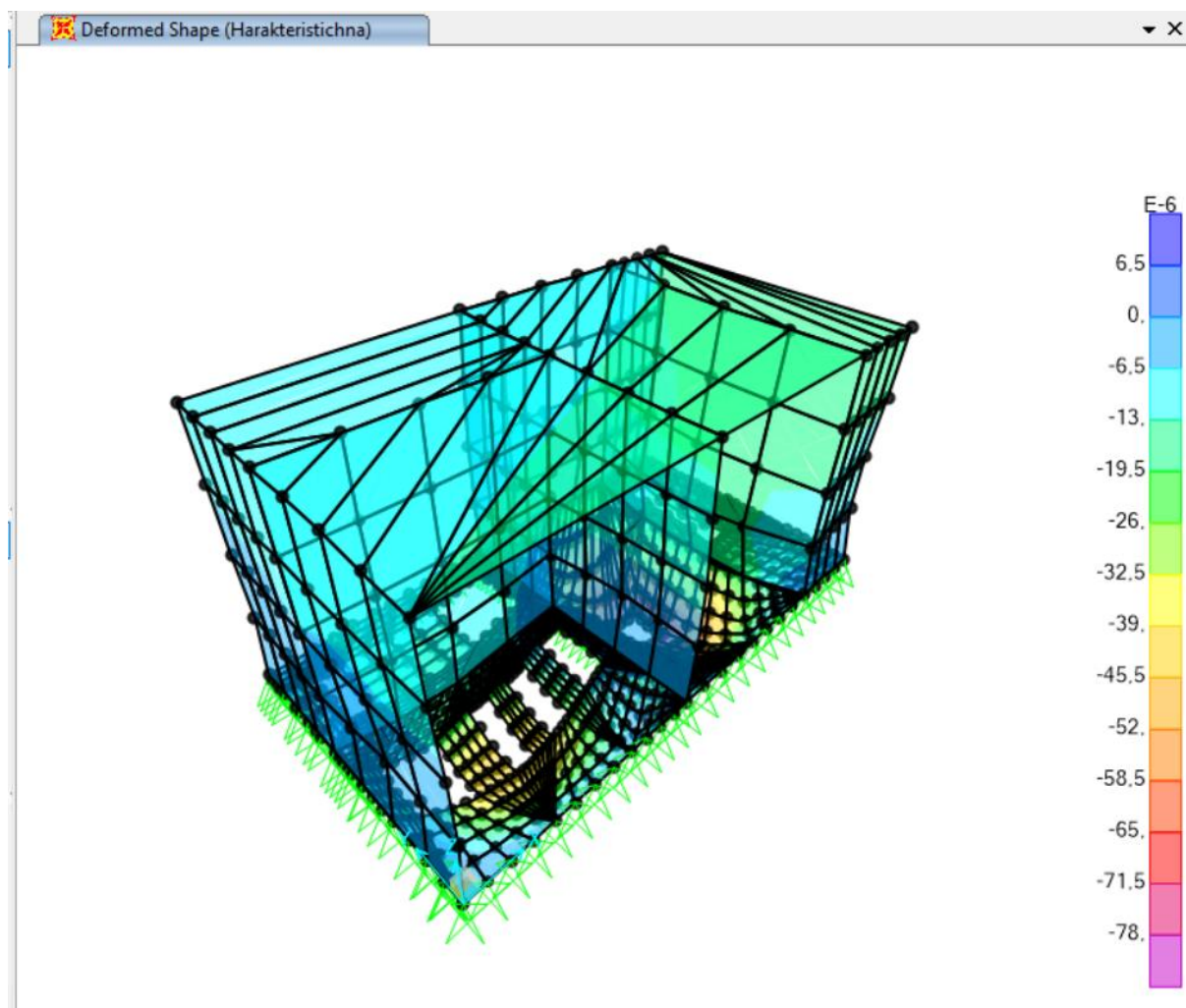
Options

Define Combination of Load Case Results

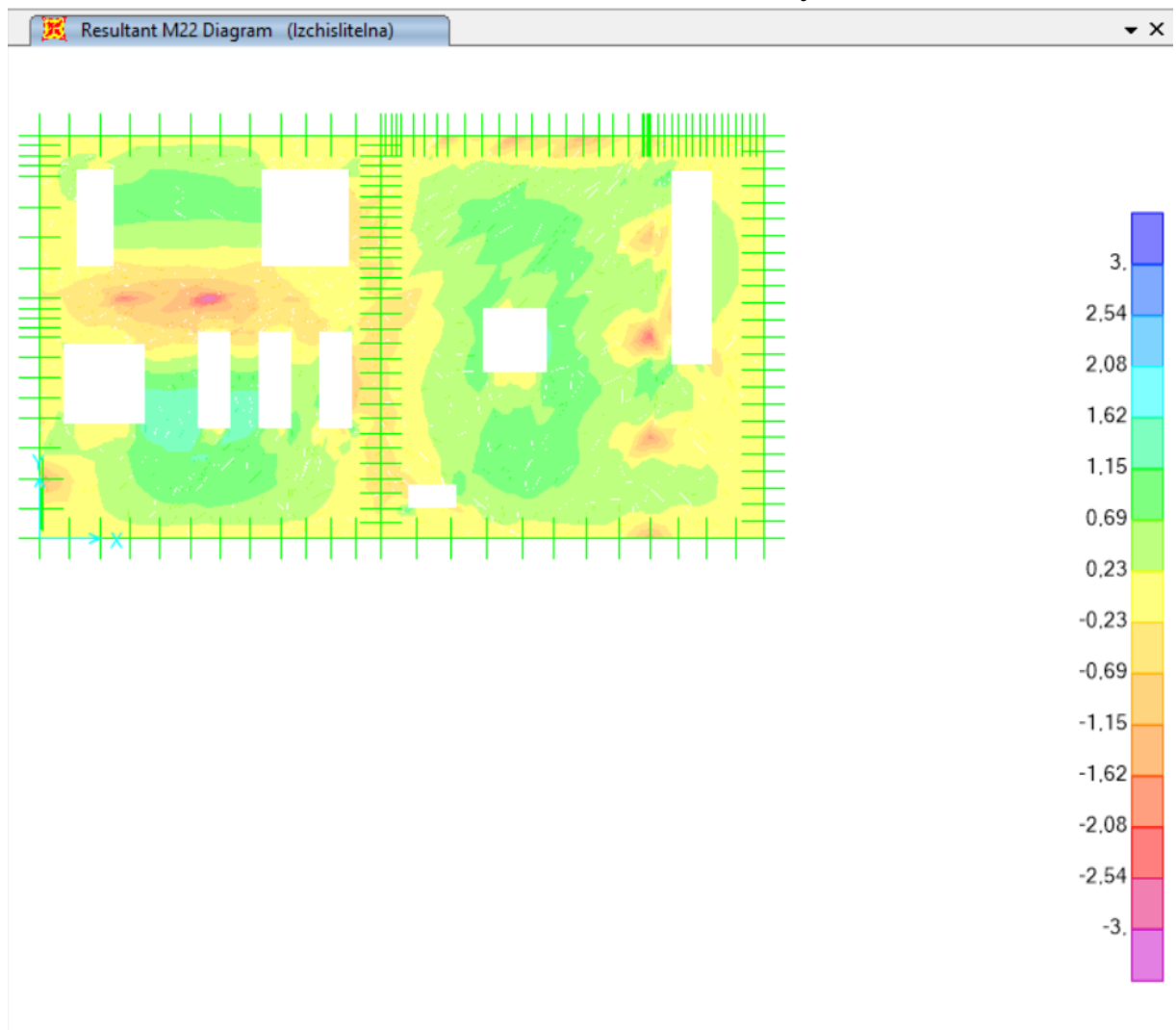
Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1,35
DEAD	Linear Static	1,35
Live load	Linear Static	1,35
Snow load	Linear Static	1,5

4. Статико-динамичен анализ:

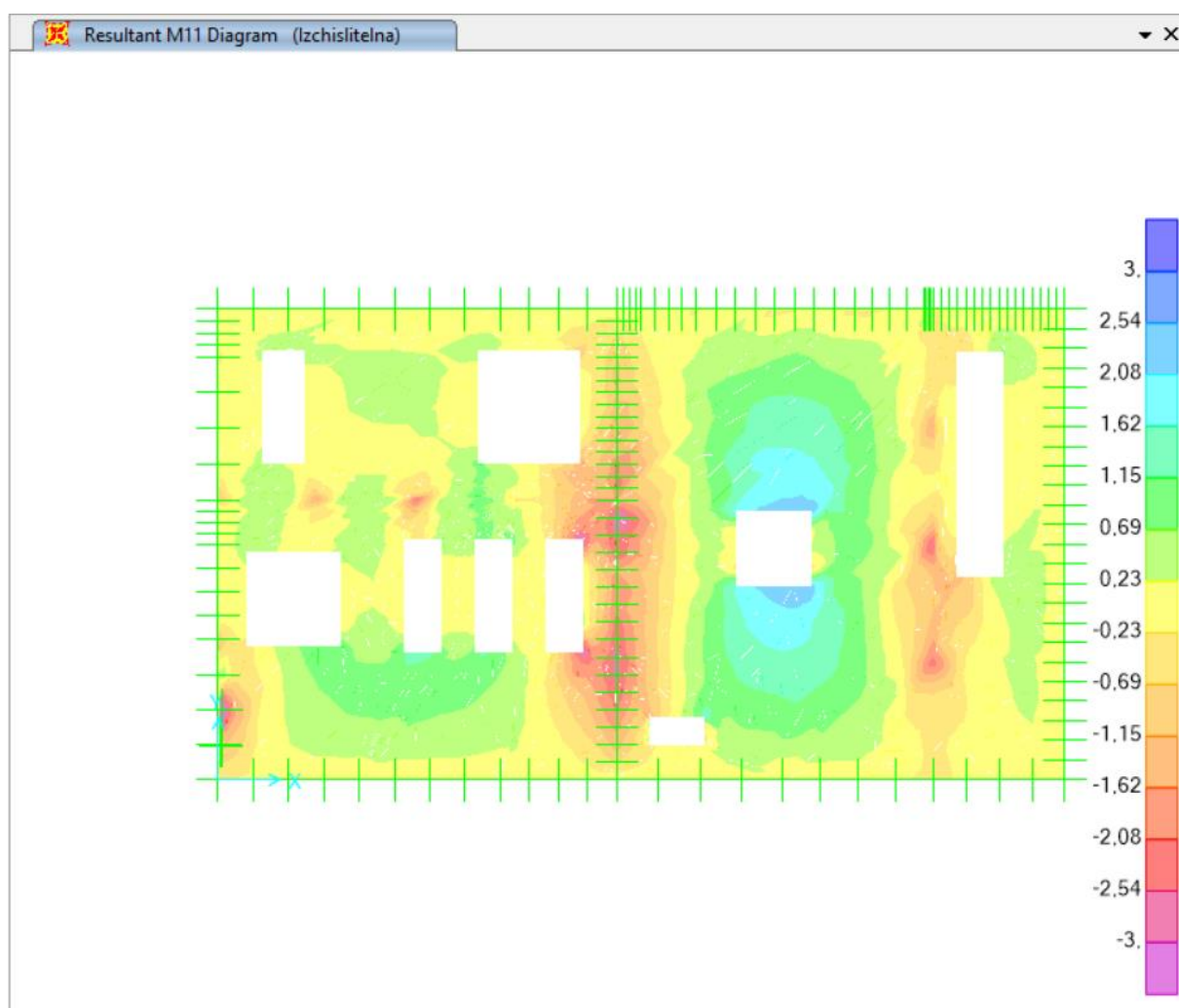
4.1. Деформирана схема – характеристична комбинация:



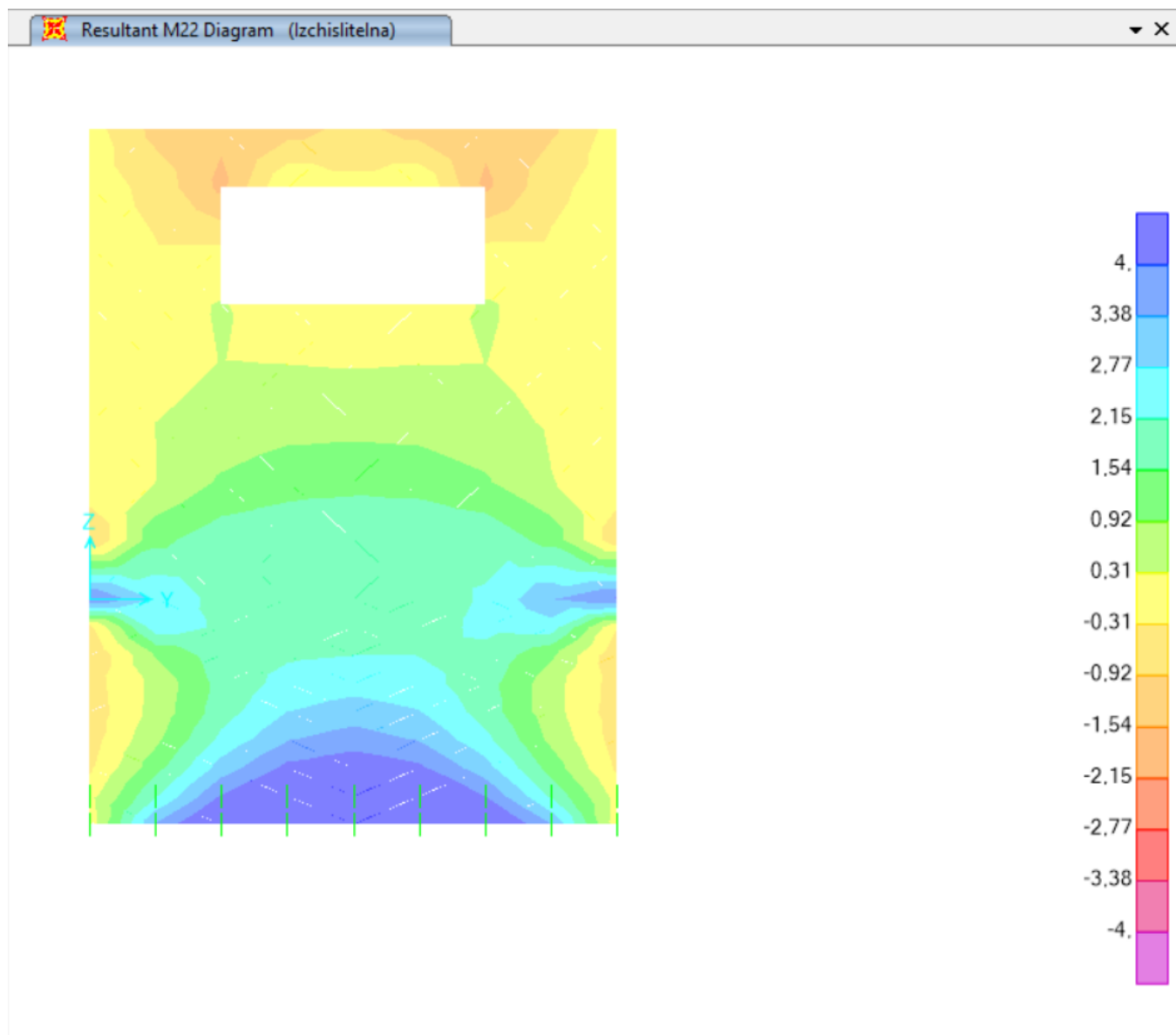
4.2. Усилия в основната плоча – по у



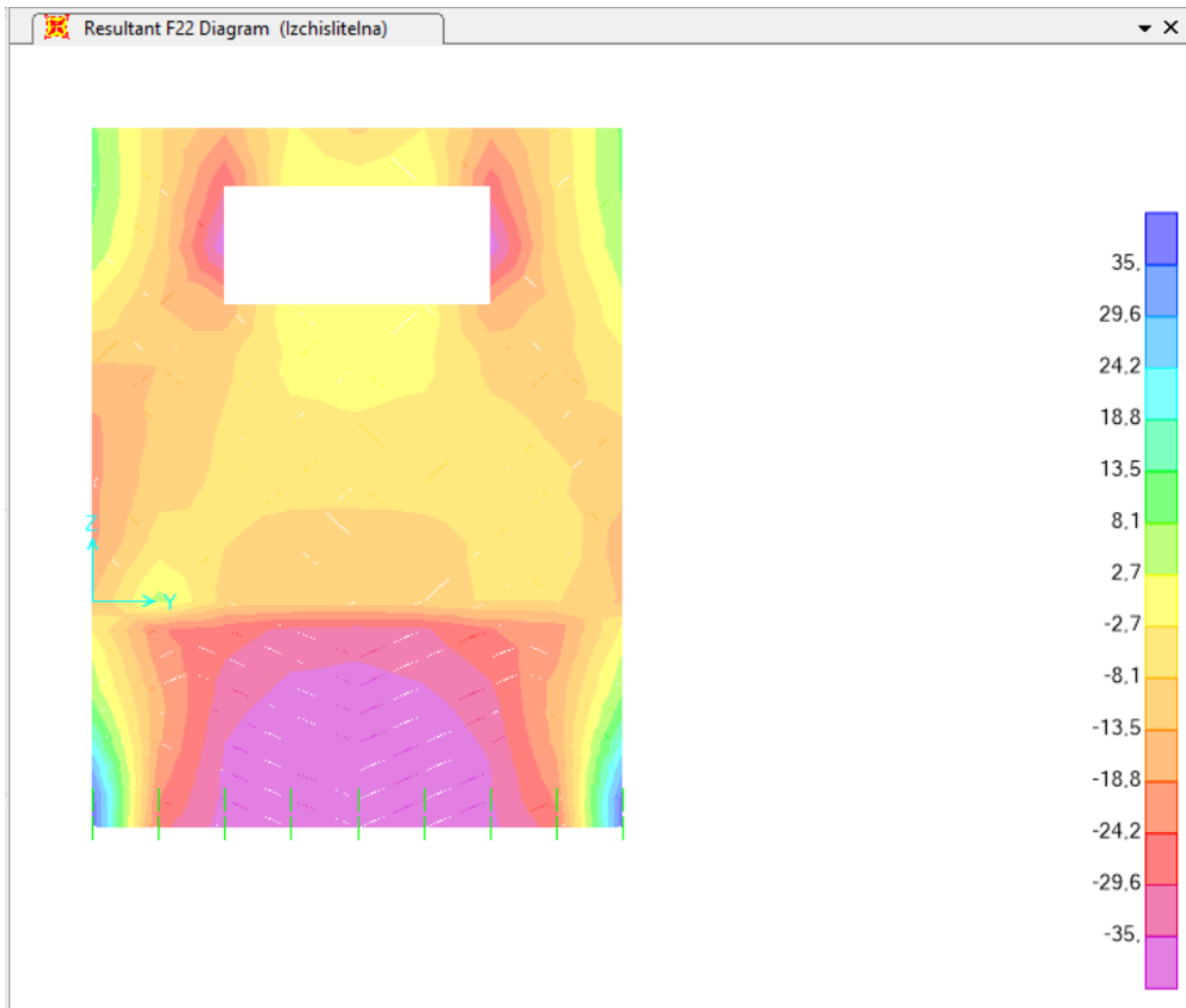
- По x



4.3. Стени – огъващ момент



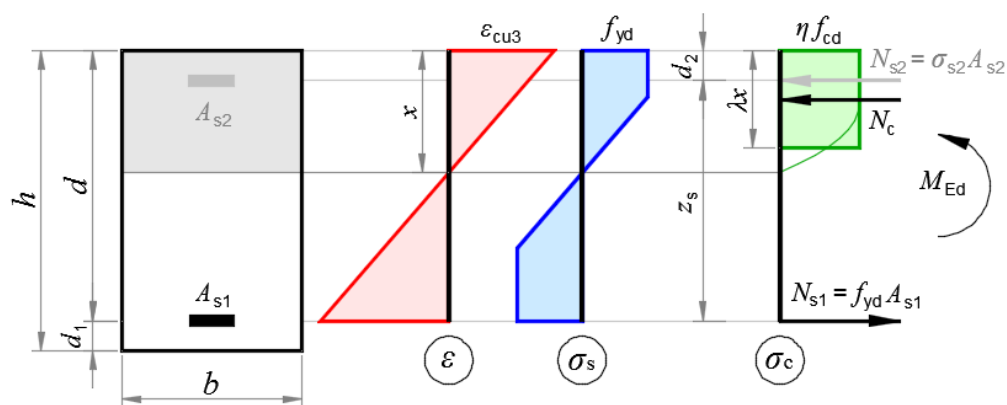
- Нормална сила:



5. Оразмеряване

Оразмеряване на правоъгълно сечение за огъване

Съгласно **Еврокод**: БДС EN 1992-1-1



Огъващ момент - $M_{Ed} = 8 \text{ kNm}$

Размери на напречното сечение

Ширина - $b = 100 \text{ cm}$, Височина - $h = 12 \text{ cm}$

Бетонно покритие до центъра на армировката - $d_1 = 2 \text{ cm}$

Полезна височина - $d = h - d_1 = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$

Характеристики на материалите

Бетон

[БДС EN 1992-1-1, Таблица 3.1]

Характеристична стойност на цилиндричната якост на натиск -

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Коефициент на сигурност - $\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 1$

Изчислителна стойност - $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30 \text{ MPa}}{1.5} = 20 \text{ MPa}$

Коефициенти за привеждане към правоъгълна диаграма - $\lambda = 0.8$, $\eta = 1$

Гранична деформация в натиснатия ръб на бетона - $\epsilon_{cu3} = 0.0035$

Средна стойност на якостта на осов опън - $f_{ctm} = 0.3 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \text{MPa} = 0.3 \cdot \left(\frac{30 \text{ MPa}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \text{MPa} = 2.9 \text{ MPa}$

Армировка

Характеристична граница на провлачване на стоманата - $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Коефициент на сигурност на материала - $\gamma_s = 1.15$

Изчислителна граница на провлачване на стоманата - $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$

Модул на еластичност на армировъчната стомана - $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Определяне на армировката

Относителен огъващ момент - $m_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{8kNm}{100cm \cdot (10cm)^2 \cdot 1 \cdot 20MPa} = 0.04$

Височина на натисквата зона - $x = \frac{d}{\lambda} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m_{Ed}}) = \frac{10cm}{0.8} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.04}) = 0.51cm$

Относителна височина - $\xi = \frac{x}{d} = \frac{0.51cm}{10cm} = 0.051$

Деформация при достигане на границата на провлачване

$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434.78MPa}{200000MPa} = 0.00217$

Относителна височина на натисквата зона при достигане на границата на провлачване

$\xi_{yd} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} = 0.617$

Гранична относителна височина на натисквата зона - $\xi_{lim} = 0.62$

(въведете ξ_{yd} при еластичен анализ или 0.45 при пластичен анализ)

Проверка: $\xi = 0.051 \leq \xi_{lim} = 0.62$ - не е необходима натискава армировка

Рамо на вътрешните сили - $z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 10cm - 0.5 \cdot 0.8 \cdot 0.51cm = 9.8cm$

Необходима армировка - $A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{8kNm}{9.8cm \cdot 434.78MPa} = 1.88cm^2$

Коефициенти на армиране

$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{1.88cm^2}{100cm \cdot 10cm} = 0.00188$

$\rho_2 = 0$

Минимален коефициент на армиране за опънната армировка [БДС EN 1992-1-1, т. 9.2.1.1]

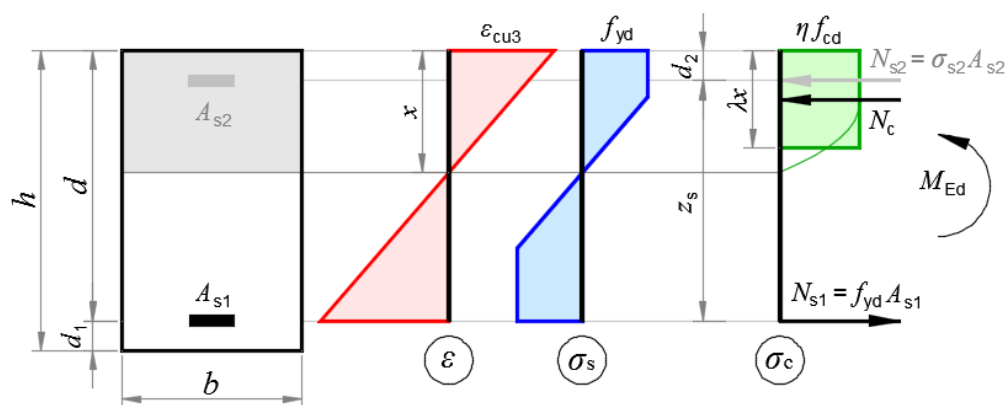
$\rho_{min} = \max\left(\frac{0.26 \cdot f_{ctm}}{f_{yk}}, 0.0013\right) = \max\left(\frac{0.26 \cdot 2.9MPa}{500MPa}, 0.0013\right) = 0.00151$

Минимална армировка - $A_{s_min} = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0.00151 \cdot 100cm \cdot 10cm = 1.51cm^2$

Максимален коефициент на армиране - $\rho_{max} = 0.04$

Оразмеряване на правоъгълно сечение за огъване

Съгласно **Еврокод**: БДС EN 1992-1-1



Огъващ момент - $M_{Ed} = 12 \text{ kNm}$

Размери на напречното сечение

Ширина - $b = 100 \text{ cm}$, Височина - $h = 12 \text{ cm}$

Бетонно покритие до центъра на армировката - $d_1 = 2 \text{ cm}$

Полезна височина - $d = h - d_1 = 12 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 10 \text{ cm}$

Характеристики на материалите

Бетон

[БДС EN 1992-1-1, Таблица 3.1]

Характеристична стойност на цилиндричната якост на натиск -

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Коефициент на сигурност - $\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 1$

Изчислителна стойност - $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30 \text{ MPa}}{1.5} = 20 \text{ MPa}$

Коефициенти за привеждане към правоъгълна диаграма - $\lambda = 0.8$, $\eta = 1$

Гранична деформация в натиснатия ръб на бетона - $\epsilon_{cu3} = 0.0035$

Средна стойност на якостта на осов опън - $f_{ctm} = 0.3 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \text{MPa} = 0.3 \cdot \left(\frac{30 \text{ MPa}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \text{MPa} = 2.9 \text{ MPa}$

Армировка

Характеристична граница на провлачване на стоманата - $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Коефициент на сигурност на материала - $\gamma_s = 1.15$

Изчислителна граница на провлачване на стоманата - $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$

Модул на еластичност на армировъчната стомана - $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Определяне на армировката

Относителен огъващ момент - $m_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{12kNm}{100cm \cdot (10cm)^2 \cdot 1 \cdot 20MPa} = 0.06$

Височина на натисквата зона - $x = \frac{d}{\lambda} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m_{Ed}}) = \frac{10cm}{0.8} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.06}) = 0.774cm$

Относителна височина - $\xi = \frac{x}{d} = \frac{0.774cm}{10cm} = 0.0774$

Деформация при достигане на границата на провлачване

$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434.78MPa}{200000MPa} = 0.00217$

Относителна височина на натисквата зона при достигане на границата на провлачване

$\xi_{yd} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} = 0.617$

Гранична относителна височина на натисквата зона - $\xi_{lim} = 0.62$

(въведете ξ_{yd} при еластичен анализ или 0.45 при пластичен анализ)

Проверка: $\xi = 0.0774 \leq \xi_{lim} = 0.62$ - не е необходима натискава армировка

Рамо на вътрешните сили - $z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 10cm - 0.5 \cdot 0.8 \cdot 0.774cm = 9.69cm$

Необходима армировка - $A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{12kNm}{9.69cm \cdot 434.78MPa} = 2.85cm^2$

Коефициенти на армиране

$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{2.85cm^2}{100cm \cdot 10cm} = 0.00285$

$\rho_2 = 0$

Минимален коефициент на армиране за опънната армировка [БДС EN 1992-1-1, т. 9.2.1.1]

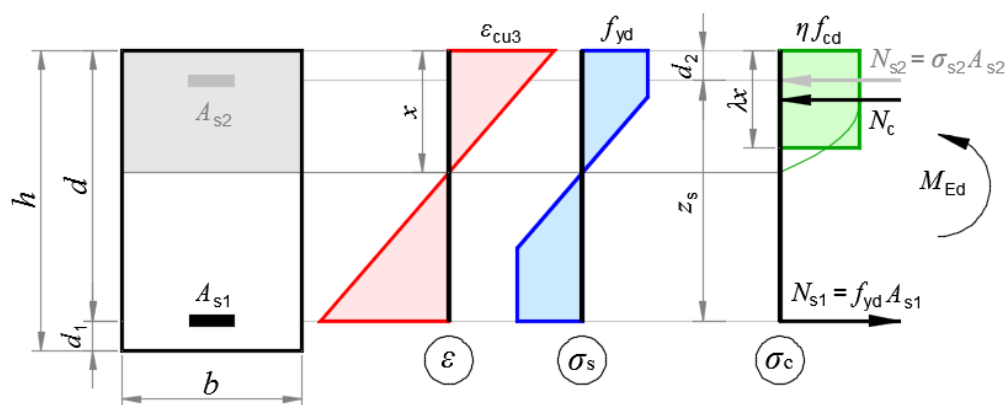
$\rho_{min} = \max\left(\frac{0.26 \cdot f_{ctm}}{f_{yk}}, 0.0013\right) = \max\left(\frac{0.26 \cdot 2.9MPa}{500MPa}, 0.0013\right) = 0.00151$

Минимална армировка - $A_{s_min} = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0.00151 \cdot 100cm \cdot 10cm = 1.51cm^2$

Максимален коефициент на армиране - $\rho_{max} = 0.04$

Оразмеряване на правоъгълно сечение за огъване

Съгласно **Еврокод**: БДС EN 1992-1-1



Огъващ момент - $M_{Ed} = 5 \text{ kNm}$

Размери на напречното сечение

Ширина - $b = 100 \text{ cm}$, Височина - $h = 21 \text{ cm}$

Бетонно покритие до центъра на армировката - $d_1 = 2 \text{ cm}$

Полезна височина - $d = h - d_1 = 21 \text{ cm} - 2 \text{ cm} = 19 \text{ cm}$

Характеристики на материалите

Бетон

[БДС EN 1992-1-1, Таблица 3.1]

Характеристична стойност на цилиндричната якост на натиск -

$f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Коефициент на сигурност - $\gamma_c = 1.5$, $\alpha_{cc} = 1$

Изчислителна стойност - $f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30 \text{ MPa}}{1.5} = 20 \text{ MPa}$

Коефициенти за привеждане към правоъгълна диаграма - $\lambda = 0.8$, $\eta = 1$

Гранична деформация в натиснатия ръб на бетона - $\epsilon_{cu3} = 0.0035$

Средна стойност на якостта на осов опън - $f_{ctm} = 0.3 \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \text{MPa} = 0.3 \cdot \left(\frac{30 \text{ MPa}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \cdot \text{MPa} = 2.9 \text{ MPa}$

Армировка

Характеристична граница на провлачване на стоманата - $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Коефициент на сигурност на материала - $\gamma_s = 1.15$

Изчислителна граница на провлачване на стоманата - $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500 \text{ MPa}}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$

Модул на еластичност на армировъчната стомана - $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Определяне на армировката

Относителен огъващ момент - $m_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}} = \frac{5kNm}{100cm \cdot (19cm)^2 \cdot 1 \cdot 20MPa} = 0.00693$

Височина на натисквата зона - $x = \frac{d}{\lambda} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot m_{Ed}}) = \frac{19cm}{0.8} \cdot (1 - \sqrt{1 - 2 \cdot 0.00693}) = 0.165cm$

Относителна височина - $\xi = \frac{x}{d} = \frac{0.165cm}{19cm} = 0.00869$

Деформация при достигане на границата на провлачване

$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434.78MPa}{200000MPa} = 0.00217$

Относителна височина на натисквата зона при достигане на границата на провлачване

$\xi_{yd} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{0.0035}{0.0035 + 0.00217} = 0.617$

Гранична относителна височина на натисквата зона - $\xi_{lim} = 0.62$

(въведете ξ_{yd} при еластичен анализ или 0.45 при пластичен анализ)

Проверка: $\xi = 0.00869 \leq \xi_{lim} = 0.62$ - не е необходима натискава армировка

Рамо на вътрешните сили - $z = d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x = 19cm - 0.5 \cdot 0.8 \cdot 0.165cm = 18.93cm$

Необходима армировка - $A_{s1} = \frac{M_{Ed}}{z \cdot f_{yd}} = \frac{5kNm}{18.93cm \cdot 434.78MPa} = 0.607cm^2$

Коефициенти на армиране

$\rho_1 = \frac{A_{s1}}{b \cdot d} = \frac{0.607cm^2}{100cm \cdot 19cm} = 0.00032$

$\rho_2 = 0$

Минимален коефициент на армиране за опънната армировка [БДС EN 1992-1-1, т. 9.2.1.1]

$\rho_{min} = \max\left(\frac{0.26 \cdot f_{ctm}}{f_{yk}}, 0.0013\right) = \max\left(\frac{0.26 \cdot 2.9MPa}{500MPa}, 0.0013\right) = 0.00151$

Минимална армировка - $A_{s_min} = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0.00151 \cdot 100cm \cdot 19cm = 2.86cm^2$

Армировката е по-малка от конструктивната: $A_{s1} = 0.607cm^2 < A_{s_min} = 2.86cm^2$

Максимален коефициент на армиране - $\rho_{max} = 0.04$